



10620356

10-10-2003

FRPR

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q76559

Pierre SILLARD, et al.

Appln. No.: 10/620,356

Group Art Unit: 2874

Confirmation No.: 8909

Examiner: Not Assigned

Filed: July 17, 2003

For: A DISPERSION MANAGED OPTICAL FILTER

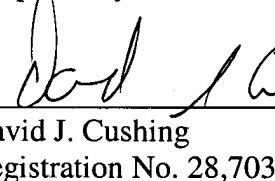
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,


David J. Cushing
Registration No. 28,703

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: France 0209136

Date: October 10, 2003

Q74559
181

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 03 JUL. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 542 W / 780399

REMISE DES PIÈCES DATE 18 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0209136 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 18 JUIL 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Régis VIGAND 30 avenue Kléber 75116 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 104269/RV/OOOFD/TPM			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date <input type="text"/>
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
Demande de brevet initiale		N°	Date <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) FIBRE OPTIQUE A GESTION DE DISPERSION			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 4 2 0 1 9 0 9 6	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	54, rue La Boétie	
	Code postal et ville	75008 PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 18 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0209136 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		104269/RV/OOFD/TPM 28	
6 MANDATAIRE			
Nom		VIGAND	
Prénom		Régis	
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 9222	
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber	
	Code postal et ville	75116	PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE XXXXXXXXXX XX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO	

FIBRE OPTIQUE A GESTION DE DISPERSION

L'invention concerne le domaine des fibres optiques pour réseau de transmission à multiplexage en longueur d'onde.

5 L'augmentation des débits d'information sur ce type de réseau impose une compensation de la dispersion chromatique et de la pente de dispersion sur une bande spectrale de plus en plus large. La bande dite S correspond à une bande spectrale allant approximativement de 1460nm à 1530nm. La bande dite C correspond à une bande spectrale allant approximativement de 1530nm à
10 1565nm. La bande dite L correspond à une bande spectrale allant approximativement de 1565nm à 1625nm. La bande dite U correspond à une bande spectrale allant approximativement de 1625nm à 1675nm. La bande spectrale la plus couramment utilisée est la bande C. De plus en plus, apparaît une tendance à vouloir, en plus de la bande C, utiliser les bandes S et L, voire
15 même la bande U.

Pour cela, selon un premier art antérieur, il est connu d'utiliser une fibre optique à gestion de dispersion (« Dispersion Managed Fiber » en terminologie anglo-saxonne correspondant au sigle DMF) présentant une alternance
20 longitudinale de portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et de portions de fibre optique à dispersion chromatique négative. La dispersion chromatique pour l'ensemble de la fibre optique à gestion de dispersion est ainsi aisément compensée pour une longueur d'onde donnée. Par contre, lorsque la plage spectrale d'utilisation de la fibre optique à gestion de dispersion augmente, la dispersion chromatique doit être compensée sur une plage spectrale
25 importante, c'est-à-dire que la pente de dispersion chromatique doit également être compensée, cette compensation de pente de dispersion chromatique étant en pratique nettement plus difficile à réaliser et s'accompagnant souvent d'une dégradation de certains autres paramètres de la fibre optique à gestion de dispersion comme notamment sa surface effective.

Selon un deuxième art antérieur, il est connu d'associer certains types de fibres optiques à dispersion décalée réduisant les effets non-linéaires croisés (« non-zero dispersion shifted fiber » en terminologie anglo-saxonne correspondant à l'abréviation NZ-DSF) à des fibres de compensation de dispersion (« dispersion compensating fiber » en terminologie anglo-saxonne correspondant à l'abréviation DCF), ce qui permet d'obtenir une ligne de transmission dont la dispersion est nulle sur un grand intervalle spectral. Un inconvénient de cette association de fibres à dispersion décalée et de fibres de compensation de dispersion réside dans les fortes pertes que présente la fibre de compensation de dispersion, notamment l'atténuation linéique et les pertes par courbure, ainsi que la présence d'une PMD (« polarization mode dispersion » en terminologie anglo-saxonne) importante, ce qui limite l'augmentation du débit d'information.

La solution proposée par l'invention comprend l'utilisation d'une fibre à gestion de dispersion, la pente de dispersion des différentes portions de fibre optique étant suffisamment faible pour que, même en l'absence d'une inversion rigoureuse de pente de dispersion chromatique entre les portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions de fibre optique à dispersion chromatique négative, la dispersion moyenne de la fibre optique à gestion de dispersion ainsi obtenue soit très faible voire presque nulle sur une plage spectrale importante englobant les bandes S, C, L et de préférence U. On obtient ainsi ce qu'on peut appeler une fibre optique à gestion de dispersion « à dispersion plate ». Le fait de ne pas être obligé d'inverser rigoureusement la pente de dispersion chromatique a l'avantage supplémentaire de ne pas entraîner d'effondrement de la valeur de la surface effective le long de la fibre optique à gestion de dispersion ainsi obtenue. Par ailleurs, l'alternance entre portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et portions de fibre optique à dispersion chromatique négative peut, compte tenu des faibles pentes de dispersion chromatique des différentes portions, avantageusement être obtenue par une homothétie radiale du profil d'indice du cœur, la valeur du rapport

d'homothétie restant relativement faible et n'entraînant pas de dégradation notable des propriétés de la fibre optique à gestion de dispersion ainsi obtenue, et notamment pas de dégradation notable de la surface effective lors du passage d'une portion de fibre optique à dispersion chromatique positive à une fibre
5 optique à dispersion chromatique négative.

Selon l'invention, il est prévu une fibre optique à gestion de dispersion, pour réseau de transmission à multiplexage en longueur d'onde, comportant des portions de fibre optique à dispersion chromatique positive alternant longitudinalement avec des portions de fibre optique à dispersion chromatique
10 négative, comportant successivement du centre vers la périphérie un cœur présentant un profil d'indice variable puis une gaine d'indice constant, le rayon extérieur du profil d'indice du cœur, limite entre le cœur et la gaine, étant suffisamment faible pour que la fibre optique soit monomode en câble, chaque
15 portion de fibre optique présentant à la longueur d'onde de 1550nm, une dispersion chromatique dont la valeur absolue est comprise entre 1ps/nm.km et 10ps/nm.km, une pente de dispersion chromatique dont la valeur absolue est inférieure à 0,015ps/nm².km et une surface effective supérieure à 35μm², la différence relative de surface effective, à la longueur d'onde de 1550nm, entre les
20 portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions de fibre optique à dispersion chromatique négative, étant inférieure à 7%, chaque portion de fibre optique, pour une longueur d'onde de 1625 nm, présentant des pertes par courbure pour 100 tours pour un diamètre de 60mm inférieures à 0,1dB.

Dans une fibre optique à gestion de dispersion « à dispersion plate » selon l'art antérieur, entre une portion de fibre optique à dispersion chromatique
25 positive et une portion de fibre optique à dispersion chromatique négative, la pente de dispersion chromatique est inversée, cette inversion étant réalisée par une homothétie du profil d'indice avec un rapport important, ce qui entraîne alors une réduction importante de la surface effective, ce qui est un inconvénient. Pour conserver une surface effective élevée, on utilise un rapport moins important pour
30 l'homothétie du profil d'indice, la pente n'étant alors pas rigoureusement

inversée, la fibre optique à gestion de dispersion n'est alors pas « à dispersion plate ». Tandis que dans une fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention, comme la pente de la portion de fibre optique à dispersion positive est déjà relativement faible, d'une part l'inversion de pente est plus facile à réaliser, et
5 d'autre part même si l'inversion de pente n'est pas rigoureuse, ladite pente étant faible, la dispersion chromatique de la fibre optique à gestion de dispersion obtenue par alternance de portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et de portions de fibre optique à dispersion chromatique négative est quant à elle relativement « plate ». Deux avantages concernant la surface effective
10 en découlent, d'une part la surface effective des portions de fibre optique à dispersion chromatique négative est relativement élevée, et d'autre part la surface effective des portions de fibre optique à dispersion chromatique négative est relativement proche de la surface effective des portions de fibre optique à dispersion chromatique positive. Une telle fibre optique « à dispersion plate » est
15 déjà comprise dans l'art antérieur, elle est en effet décrite dans la demande de brevet WO 00/63732, mais le rayon extérieur du profil d'indice de cœur est élevé ce qui rend ladite fibre optique multimode en câble.

Les fibres optiques à gestion de dispersion selon l'invention présentent un rayon extérieur du profil d'indice du cœur, lequel rayon extérieur est la limite entre
20 le cœur et la gaine, qui est suffisamment faible pour que lesdites fibres optiques soient monomodes en câble. Pour les exemples considérés ultérieurement, correspondant tous à des profils d'indice de cœur à trois ou quatre tranches, le majorant, pour les portions de fibre optiques à dispersion positive et pour les portions de fibre optique à dispersion négative, de ce rayon extérieur est choisi
25 inférieur à $16\mu\text{m}$ pour un profil à quatre tranches et inférieur à $10,5\mu\text{m}$ pour un profil à trois tranches, ce qui assure un comportement monomode en câble des fibres optiques de gestion de dispersion « à dispersion plate » selon l'invention correspondantes.

De préférence, la différence relative de rayon extérieur, entre les portions
30 de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions de fibre optique

à dispersion chromatique négative, est choisie inférieure à 11%, de façon à minimiser la variation de surface effective entre les portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions de fibre optique à dispersion chromatique négative.

5 Dans un premier mode de réalisation préférentiel de l'invention, la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention comprend un premier type de profil d'indice variable du cœur à trois tranches. Le premier type de profil d'indice variable du cœur est successivement constitué, du centre vers la périphérie, d'une
10 tranche centrale d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine, d'une tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine, d'une tranche annulaire d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine et inférieur à l'indice maximum de la tranche centrale. La tranche centrale est de préférence en forme de trapèze, mais elle peut aussi être en forme de rectangle ou de triangle ou en
alpha.

15 Afin d'améliorer la platitude spectrale de la dispersion chromatique de la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ainsi que ses autres propriétés, un certain nombre des plages ou de relations préférentielles pour les indices et les rayons du premier type de profil d'indice du cœur vont maintenant être données.

20 De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_1 entre l'indice maximum de la tranche centrale et l'indice de la gaine, est comprise entre $7,00.10^{-3}$ et $11,0.10^{-3}$, et la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon r_1 de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, est comprise entre $2,65\mu\text{m}$ et
25 $3,70\mu\text{m}$.

De préférence, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions de fibre optique, la valeur de l'intégrale, $S_{01} = \int_0^{r_1} \Delta n(r).dr$, entre un rayon nul et le rayon r_1 de la partie de la

tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, de la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est supérieure à $23,0 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}$.

De préférence, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions de fibre optique, la valeur du double de l'intégrale, $S_1 = 2 \cdot \int_0^{r_1} \Delta n(r) \cdot r \cdot dr$, entre un rayon nul et le rayon r_1 de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, du produit du rayon par la différence d'indice par rapport à la gaine, est comprise entre $58 \cdot 10^{-3}$ et $99 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$.

De préférence, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions de fibre optique, la valeur du triple de l'intégrale, $S_{11} = 3 \cdot \int_0^{r_1} \Delta n(r) \cdot r^2 \cdot dr$, entre un rayon nul et le rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, du produit du carré du rayon par la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $150 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^3$ et $335 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^3$.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_2 entre l'indice minimum de la tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0 \cdot 10^{-3}$ et $-2,5 \cdot 10^{-3}$, et la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon extérieur r_2 de la tranche enterrée, est comprise entre $4,00 \mu\text{m}$ et $8,10 \mu\text{m}$.

De préférence, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions de fibre optique, la valeur de l'intégrale, $S_{02} = \int_{r_1}^{r_2} \Delta n(r) \cdot dr$, entre le rayon r_1 de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine et le rayon extérieur r_2 de la

tranche enterrée, de la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $-22,0.10^{-3} \mu\text{m}$ et $-8,0.10^{-3} \mu\text{m}$.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_3 entre l'indice maximum de la tranche annulaire et l'indice de la gaine, est comprise entre $0,50.10^{-3}$ et $7,5.10^{-3}$, et la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon extérieur r_3 de la tranche annulaire, est comprise entre $6,70\mu\text{m}$ et $10,50\mu\text{m}$.

De préférence, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions de fibre optique, la valeur de l'intégrale, $S_{03} = \int_{r_2}^{r_3} \Delta n(r).dr$, entre le rayon extérieur r_2 de la tranche enterrée et le rayon extérieur r_3 de la tranche annulaire, de la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $1,0.10^{-3} \mu\text{m}$ et $15.10^{-3} \mu\text{m}$.

Dans un deuxième mode de réalisation préférentiel de l'invention, la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention comprend un deuxième type de profil d'indice variable du cœur à quatre tranches. Le deuxième type de profil d'indice variable du cœur est successivement constitué, du centre vers la périphérie, d'une tranche centrale d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine, d'une première tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine, d'une tranche annulaire d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine et inférieur à l'indice maximum de la tranche centrale, d'une deuxième tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine. La tranche centrale est de préférence en forme de rectangle, mais elle peut aussi être en forme de trapèze ou de triangle ou en alpha.

Afin d'améliorer la platitude spectrale de la dispersion chromatique de la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ainsi que ses autres propriétés, un certain nombre des plages ou de relations préférentielles pour les indices et les rayons du deuxième type de profil d'indice du cœur vont maintenant être données.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_1 entre l'indice maximum de la tranche centrale et l'indice de la gaine, est comprise entre $7,0.10^{-3}$ et $10,0.10^{-3}$, et la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon r_1 de la partie de la tranche centrale
5 présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, est comprise entre $2,5\mu\text{m}$ et $3,5\mu\text{m}$.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_2 entre l'indice minimum de la première tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0.10^{-3}$ et $-2,5.10^{-3}$, et la moyenne, sur
10 l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon extérieur r_2 de la tranche enterrée, est comprise entre $4,1\mu\text{m}$ et $7,0\mu\text{m}$.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_3 entre l'indice maximum de la tranche annulaire et l'indice de la gaine, est comprise entre $0,5.10^{-3}$ et $5,0.10^{-3}$, et la moyenne, sur l'ensemble
15 des portions de fibre optique, du rayon extérieur r_3 de la tranche annulaire, est comprise entre $9,0\mu\text{m}$ et $13,0\mu\text{m}$.

De préférence, la moyenne, sur l'ensemble des portions de fibre optique, de la différence Δn_4 entre l'indice minimum de la deuxième tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0.10^{-3}$ et $-2,0.10^{-3}$, et la moyenne, sur
20 l'ensemble des portions de fibre optique, du rayon extérieur r_4 de la deuxième tranche enterrée, est comprise entre $12,0\mu\text{m}$ et $16,0\mu\text{m}$.

Le long de la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention, le passage d'une portion de fibre optique à dispersion chromatique positive à une portion de fibre optique à dispersion chromatique négative s'effectue par une
25 homothétie du profil d'indice du cœur, et vice-versa. Cette homothétie peut être réalisée de plusieurs manières. D'une manière préférentielle, la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention est obtenue, par tirage, à partir de la modification des propriétés d'une seule et même préforme. Cette modification peut par exemple être obtenue soit par étirage variable de la préforme suivie d'un
30 fibrage à diamètre constant soit par fibrage à diamètre variable. La fibre optique

à gestion de dispersion peut aussi être obtenue par exemple par concaténation de tronçons de fibre optique, alternant les tronçons à dispersion chromatique positive et les tronçons à dispersion chromatique négative.

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres particularités et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints, donnés à titre d'exemples, où :

- la figure 1 représente schématiquement une fibre optique à gestion de dispersion ;

10 - la figure 2 représente schématiquement un premier type de profil à trois tranches d'une fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

- la figure 3 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour une dizaine d'exemples de profils du premier type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

15 - la figure 4 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 3 et certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

20 - la figure 5 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour cinq exemples supplémentaires de profils du premier type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

- la figure 6 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 5 et certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

25 - la figure 7 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 4 ;

- la figure 8 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 6 ;

5 - la figure 9 représente un tableau comprenant des moyennes des propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis aux figures 7 et 8 ;

- la figure 10 représente schématiquement un deuxième type de profil à quatre tranches d'une fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

10 - la figure 11 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour une dizaine d'exemples de profils du deuxième type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

15 - la figure 12 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 11 et certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention ;

- la figure 13 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 12 ;

20 - la figure 14 représente un tableau comprenant des moyennes des propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 13 ;

- la figure 15 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°4 défini aux figures 3 et 4 ;

25 - la figure 16 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement de la figure 15 ;

- la figure 17 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°5 défini aux figures 3 et 4 ;

- la figure 18 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 17 ;

- la figure 19 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°7 défini aux figures 3 et 4 ;

- la figure 20 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 19 ;

- la figure 21 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°10 défini aux figures 3 et 4 ;

- la figure 22 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 21 ;

- la figure 23 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°20 défini aux figures 11 et 12 ;

- la figure 24 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 23.

La figure 1 représente schématiquement une fibre optique à gestion de dispersion. La fibre optique 1 à gestion de dispersion comprend une alternance de portions T+ de fibre optique à dispersion chromatique positive et de portions T- de fibre optique à dispersion chromatique négative. Seules quatre portions sont représentées sur la figure 1 pour des raisons de simplicité, mais la fibre optique 1 peut en comporter beaucoup plus. Entre deux portions T+ 11 et 13 se trouve une portion T- 12. Entre deux portions T- 12 et 14 se trouve une portions T+ 13. Les portions T+ et T- sont par exemple de la même longueur.

La figure 2 représente schématiquement un premier type de profil à trois tranches d'une fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. La première tranche appelée tranche centrale présente une différence maximale d'indice Δn_1 avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur r_{1b} . La différence d'indice

maximale $\Delta n1$ est positive. De préférence, entre un rayon nul et le rayon $r1a$, l'indice est constant et maximum, il devient égal à celui de la gaine pour une valeur $r1$ du rayon et atteint celui de la deuxième tranche pour une valeur $r1b$. Dans le cas où $r1a$ n'est pas nul et où $r1a$ est différent de $r1b$, la première

5 tranche est en forme de trapèze. Dans le cas où $r1a$ n'est pas nul et où $r1a$ est égal à $r1b$, la première tranche est en forme de rectangle. Dans le cas où $r1a$ est nul et où $r1b$ n'est pas nul, la première tranche est en forme de triangle. La deuxième tranche appelée tranche enterrée présente une différence maximale d'indice $\Delta n2$ avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur $r2$. La

10 différence d'indice maximale $\Delta n2$ est négative. De préférence, entre le rayon $r1b$ et le rayon $r2$, l'indice est constant. La troisième tranche appelée tranche annulaire présente une différence maximale d'indice $\Delta n3$ avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur $r3$. La différence d'indice maximale $\Delta n3$ est positive. De préférence, entre le rayon $r2$ et le rayon $r3$, l'indice est constant. Au delà du

15 rayon $r3$ se trouve la gaine d'indice constant.

La figure 3 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour une dizaine d'exemples de profils du premier type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. La colonne de gauche comprend la dénomination des exemples du n°1 au n°10. L'indice i

20 pour initial indique que les valeurs de rayon données le sont pour une moyenne entre les rayons des portions T+ et les rayons des portions T-. Les quatre colonnes suivantes expriment en μm des rayons du profil d'indice variable de cœur. Les trois dernières colonnes expriment mille fois des différences d'indice (sans unité).

La figure 4 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 3 et certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. La colonne de gauche comprend la dénomination des exemples du n°1 au n°10. L'indice a correspond à une portion T+ obtenue à partir des valeurs de l'indice i correspondant après application d'une homothétie

25 dont le rapport est la somme de l'unité et du paramètre VarRay exprimée en % ;

30

par exemple avec VarRay valant 0.91%, le rapport de l'homothétie vaut 1,0091. L'indice b correspond à une portion T- obtenue à partir des valeurs de l'indice i correspondant après application d'une homothétie dont le rapport est la somme de l'unité et du paramètre VarRay exprimée en % ; par exemple avec VarRay valant -0.91%, le rapport de l'homothétie vaut 0,9909. Le paramètre VarRay est
 5 situé dans la deuxième colonne. Pour chaque exemple considéré, les autres colonnes représentent des propriétés de la portion de fibre optique correspondant à l'exemple considéré. La colonne suivante représente la longueur de coupure théorique λ_{cth} exprimée en nm. La colonne suivante représente le diamètre de mode $2W_{02}$, à la longueur d'onde de 1550nm, exprimé en μm . La colonne
 10 suivante représente la surface effective exprimée en μm^2 . La colonne suivante représente la longueur d'onde λ_0 d'annulation de la dispersion chromatique exprimée en nm. La colonne suivante représente la dispersion chromatique C exprimée en ps/nm.km à une longueur d'onde valant 1550nm. La colonne
 15 suivante représente la pente de dispersion chromatique C' exprimée en ps/nm².km à une longueur d'onde valant 1550nm. La colonne suivante représente des seuils maximum de pertes par courbure PC pour 100 tours pour un diamètre de 60mm à une longueur d'onde de 1625nm exprimés en dB. Par exemple, pour l'exemple 1a, lesdites pertes par courbure sont inférieures à 3.10^{-4}
 20 dB. La dernière colonne représente la sensibilité aux microcourbures, à une longueur d'onde de 1550nm, donnée en proportion par rapport à la fibre G652 commercialisée par la demanderesse sous cette référence.

La figure 5 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour cinq exemples supplémentaires de profils
 25 du premier type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. Sa description est analogue à celle de la figure 3.

La figure 6 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 5 et certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de
 30 dispersion selon l'invention. Sa description est analogue à celle de la figure 4.

La figure 7 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 4. La colonne de gauche comprend la dénomination des exemples déjà expliquée ci-dessus. Pour chaque exemple considéré, les autres colonnes représentent des propriétés de la portion de fibre optique correspondant à l'exemple considéré. Les quatre colonnes suivantes représentent des surfaces effectives S_{eff} exprimées en μm^2 respectivement aux longueurs d'onde de 1460nm, 1500nm, 1625nm et 1675nm. Les quatre colonnes suivantes représentent des dispersions chromatiques C exprimées en ps/nm.km respectivement aux longueurs d'onde de 1460nm, 1500nm, 1625nm et 1675nm. Les trois colonnes suivantes représentent des seuils maximum de pertes par courbure exprimées en dB/m pour un rayon de 10mm respectivement aux longueurs d'onde de 1500nm, 1625nm et 1675nm. Par exemple, pour l'exemple 1a, lesdites pertes par courbure sont inférieures à 5dB/m. Les trois colonnes suivantes représentent des seuils maximum de pertes par courbure exprimées en dB/m pour un rayon de 30mm respectivement aux longueurs d'onde de 1500nm, 1625nm et 1675nm.

La figure 8 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 6. Sa description est analogue à celle de la figure 7.

La figure 9 représente un tableau comprenant des moyennes des propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis aux figures 7 et 8. La colonne de gauche représente les exemples du n°1 au n°15. L'indice m signifie que les propriétés représentées dans les autres colonnes correspondent à des moyennes réalisées entre les portions T+ et T- ayant le même numéro d'exemple mais avec des indices a et b. Par exemple les propriétés de l'exemple 1m sont la moyenne des propriétés des exemples 1a et 1b. Pour chaque exemple considéré, les autres colonnes représentent des propriétés de la portion de fibre optique correspondant à l'exemple considéré. Les quatre colonnes suivantes représentent des surfaces effectives S_{eff} exprimées en μm^2 respectivement aux longueurs d'onde de 1460nm, 1500nm, 1625nm et

1675nm. La colonne suivante représente la différence de surface effective ΔS_{eff} exprimée en μm^2 entre les longueurs d'onde 1460nm et 1625nm. Les quatre colonnes suivantes représentent des dispersions chromatiques C exprimées en ps/nm.km respectivement aux longueurs d'onde de 1460nm, 1500nm, 1625nm et 1675nm. La dernière colonne représente la différence de dispersion chromatique ΔC exprimée en ps/nm.km entre les longueurs d'onde 1460nm et 1625nm.

La figure 10 représente schématiquement un deuxième type de profil à quatre tranches d'une fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. La première tranche appelée tranche centrale présente une différence maximale d'indice Δn_1 avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur r_1 . La différence d'indice maximale Δn_1 est positive. De préférence, entre un rayon nul et le rayon r_1 , l'indice est constant. La deuxième tranche appelée première tranche enterrée présente une différence maximale d'indice Δn_2 avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur r_2 . La différence d'indice maximale Δn_2 est négative. De préférence, entre le rayon r_1 et le rayon r_2 , l'indice est constant. La troisième tranche appelée tranche annulaire présente une différence maximale d'indice Δn_3 avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur r_3 . La différence d'indice maximale Δn_3 est positive. De préférence, entre le rayon r_2 et le rayon r_3 , l'indice est constant. La quatrième tranche appelée deuxième tranche enterrée présente une différence maximale d'indice Δn_4 avec l'indice constant de la gaine et un rayon extérieur r_4 . La différence d'indice maximale Δn_4 est négative. De préférence, entre le rayon r_3 et le rayon r_4 , l'indice est constant. Au delà du rayon r_4 se trouve la gaine d'indice constant.

La figure 11 représente un tableau comprenant les valeurs moyennes de rayons et de différences d'indice pour une dizaine d'exemples de profils du deuxième type de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. Sa description est analogue à celle de la figure 3.

La figure 12 représente un tableau comprenant les variations relatives extrêmes des rayons par rapport à leurs valeurs moyennes de la figure 11 et

certaines propriétés des profils correspondants de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention. Sa description est analogue à celle de la figure 4.

La figure 13 représente un tableau comprenant d'autres propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 12. Sa description est analogue à celle de la figure 7.

La figure 14 représente un tableau comprenant des moyennes des propriétés des profils de fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention définis à la figure 13. Sa description est analogue à celle de la figure 9.

La figure 15 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°4 défini aux figures 3 et 4. Les courbes a, m et b représentent les dispersions chromatiques exprimées en ps/nm.km sur une plage spectrale de longueurs d'onde allant de 1200nm à 1700nm, respectivement pour les portions T+, pour les portions T- et pour la moyenne entre les portions T+ et T- correspondant à la dispersion chromatique globale de la fibre optique 1 comprenant une alternance de portions T+ et T-. L'exemple considéré sur la figure 15 est l'exemple n°4.

La figure 16 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement de la figure 15. Les mêmes courbes que sur la figure 15 sont représentées sur une plage spectrale plus étroite comprise entre 1450nm et 1675nm. On constate que la pente de la dispersion chromatique de la fibre optique à gestion de dispersion obtenue est « plate » (courbe m) ; la dispersion chromatique reste en effet confinée sur la figure 16 entre 0.5ps/nm.km et -1ps/nm.km.

La figure 17 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°5 défini aux figures 3 et 4. Sa description est analogue à celle de la figure 15.

La figure 18 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 17. Sa description est analogue à celle de la figure 16.

5 La figure 19 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°7 défini aux figures 3 et 4. Sa description est analogue à celle de la figure 15.

10 La figure 20 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 19. Sa description est analogue à celle de la figure 16.

La figure 21 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°10 défini aux figures 3 et 4. Sa description est analogue à celle de la figure 15.

15 La figure 22 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 21. Sa description est analogue à celle de la figure 16.

20 La figure 23 représente schématiquement, sur une large plage spectrale, les variations de dispersion chromatique, positive, moyenne et négative, de l'exemple n°20 défini aux figures 11 et 12. Sa description est analogue à celle de la figure 15.

La figure 24 représente schématiquement, sur une plage spectrale plus étroite, un agrandissement d'une partie de la figure 23. Sa description est analogue à celle de la figure 16.

25 De préférence la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention présente, à une longueur d'onde de 1550nm, une atténuation inférieure ou égale à 0,35dB/km.

De préférence la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention présente, à une longueur d'onde de 1550nm, une dispersion modale de

polarisation inférieure ou égale à $0,2\text{ps/km}^{1/2}$, et de préférence inférieure ou égale à $0,1\text{ps/km}^{1/2}$, voire inférieure ou égale à $0,05\text{ps/km}^{1/2}$.

- 5 De préférence la fibre optique à gestion de dispersion selon l'invention présente, à une longueur d'onde de 1625nm , des pertes par courbure mesurées pour un rayon de 10mm inférieures à 400dB/m pour l'une des quelconques portions constituant ladite fibre optique.

REVENDICATIONS

1. Fibre optique à gestion de dispersion,
pour réseau de transmission à multiplexage en longueur d'onde,
5 comportant des portions (T+) de fibre optique à dispersion chromatique positive alternant longitudinalement avec des portions (T-) de fibre optique à dispersion chromatique négative,
comportant successivement du centre vers la périphérie un cœur présentant un profil d'indice variable puis une gaine d'indice constant,
10 le rayon extérieur du profil d'indice du cœur, limite entre le cœur et la gaine, étant suffisamment faible pour que la fibre optique soit monomode en câble,
chaque portion (T+, T-) de fibre optique présentant à la longueur d'onde de 1550nm, une dispersion chromatique dont la valeur absolue est comprise
15 entre 1ps/nm.km et 10ps/nm.km, une pente de dispersion chromatique dont la valeur absolue est inférieure à 0,015ps/nm².km et une surface effective supérieure à 35μm²,
la différence relative de surface effective, à la longueur d'onde de 1550nm, entre les portions (T+) de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions (T-) de fibre optique à dispersion chromatique négative,
20 étant inférieure à 7%,
chaque portion (T+, T-) de fibre optique, pour une longueur d'onde de 1625nm, présentant des pertes par courbure pour 100 tours pour un diamètre de 60mm inférieures à 0,1dB.
25
2. Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 1, caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+,T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_3) du profil d'indice du cœur, limite entre le cœur et la gaine, est inférieur à 10,5μm et en ce que le profil d'indice du cœur est
30 constitué de trois tranches.



3. Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 2, caractérisée en ce que le profil d'indice variable du cœur est successivement constitué, du centre vers la périphérie,

- 5 d'une tranche centrale d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine,
 d'une tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine,
 d'une tranche annulaire d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine et inférieur à l'indice maximum de la tranche centrale.

10 **4.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 3, caractérisée en ce que la tranche centrale est en forme de trapèze ou en alpha.

5. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 3 à 4,

- 15 caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_1) entre l'indice maximum de la tranche centrale et l'indice de la gaine, est comprise entre $7,00 \cdot 10^{-3}$ et $11,0 \cdot 10^{-3}$,

- et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice
 20 supérieur à l'indice de la gaine, est comprise entre $2,65 \mu\text{m}$ et $3,70 \mu\text{m}$.

- 6.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 5, caractérisée en ce que, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de
 25 rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, la valeur de l'intégrale ($S_{01} = \int_0^{r_1} \Delta n(r) \cdot dr$), entre un rayon nul et le rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, de la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est supérieure à $23,0 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}$.

7. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisée en ce que, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, la valeur du double de l'intégrale ($S_1 = 2 \cdot \int_0^{r_1} \Delta n(r) \cdot r \cdot dr$), entre un rayon nul et le rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, du produit du rayon par la différence d'indice par rapport à la gaine, est comprise entre $58 \cdot 10^{-3}$ et $99 \cdot 10^{-3} \mu m^2$.

10

8. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisée en ce que, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, la valeur du triple de l'intégrale ($S_{11} = 3 \cdot \int_0^{r_1} \Delta n(r) \cdot r^2 \cdot dr$), entre un rayon nul et le rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, du produit du carré du rayon par la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $150 \cdot 10^{-3} \mu m^3$ et $335 \cdot 10^{-3} \mu m^3$.

20

9. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 3 à 8,

caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_2) entre l'indice minimum de la tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0 \cdot 10^{-3}$ et $-2,5 \cdot 10^{-3}$,

25

et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_2) de la tranche enterrée, est comprise entre $4,00 \mu m$ et $8,10 \mu m$.

- 10.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 9, caractérisée en ce que, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, la
- 5 valeur de l'intégrale ($S_{02} = \int_{r_1}^{r_2} \Delta n(r).dr$), entre le rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine et le rayon extérieur (r_2) de la tranche enterrée, de la différence d'indice par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $-22,0.10^{-3} \mu m$ et $-8,0.10^{-3} \mu m$.
- 10 **11.** Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 3 à 10,
- caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_3) entre l'indice maximum de la tranche annulaire et l'indice de la gaine, est comprise entre $0,50.10^{-3}$ et $7,5.10^{-3}$,
- 15 et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_3) de la tranche annulaire, est comprise entre $6,70 \mu m$ et $10,50 \mu m$.
- 12.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 11,
- 20 caractérisée en ce que, pour une portion moyenne de fibre optique dont les valeurs de rayon du profil d'indice correspondraient aux moyennes des valeurs de rayon des profils d'indice de l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, la
- valeur de l'intégrale ($S_{03} = \int_{r_2}^{r_3} \Delta n(r).dr$), entre le rayon extérieur (r_2) de la tranche enterrée et le rayon extérieur (r_3) de la tranche annulaire, de la différence d'indice
- 25 par rapport à l'indice de la gaine, est comprise entre $1,0.10^{-3} \mu m$ et $15.10^{-3} \mu m$.
- 13.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 1, caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_4) du profil d'indice du cœur, limite entre le cœur et

la gaine, est inférieur à $16\mu\text{m}$ et en ce que le profil d'indice du cœur est constitué de quatre tranches.

- 5 **14.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 13, caractérisée en ce que le profil d'indice variable du cœur est successivement constitué, du centre vers la périphérie,
- d'une tranche centrale d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine,
- d'une première tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine,
- 10 d'une tranche annulaire d'indice maximum supérieur à l'indice de la gaine et inférieur à l'indice maximum de la tranche centrale,
- d'une deuxième tranche enterrée d'indice minimum inférieur à l'indice de la gaine.

- 15 **15.** Fibre optique à gestion de dispersion selon la revendication 14, caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_1) entre l'indice maximum de la tranche centrale et l'indice de la gaine, est comprise entre $7,0 \cdot 10^{-3}$ et $10,0 \cdot 10^{-3}$,
- et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre
- 20 optique, du rayon (r_1) de la partie de la tranche centrale présentant un indice supérieur à l'indice de la gaine, est comprise entre $2,5\mu\text{m}$ et $3,5\mu\text{m}$.

- 16.** Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 14 à 15,
- 25 caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_2) entre l'indice minimum de la première tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0 \cdot 10^{-3}$ et $-2,5 \cdot 10^{-3}$,
- et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre
- 30 optique, du rayon extérieur (r_2) de la tranche enterrée, est comprise entre $4,1\mu\text{m}$ et $7,0\mu\text{m}$.

17. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 14 à 16,

caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_3) entre l'indice maximum de la tranche annulaire et l'indice de la gaine, est comprise entre $0,5 \cdot 10^{-3}$ et $5,0 \cdot 10^{-3}$,

et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_3) de la tranche annulaire, est comprise entre $9,0 \mu\text{m}$ et $13,0 \mu\text{m}$.

10

18. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications 14 à 17,

caractérisée en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, de la différence (Δn_4) entre l'indice minimum de la deuxième tranche enterrée et l'indice de la gaine, est comprise entre $-9,0 \cdot 10^{-3}$ et $-2,0 \cdot 10^{-3}$,

et en ce que la moyenne, sur l'ensemble des portions (T+, T-) de fibre optique, du rayon extérieur (r_4) de la deuxième tranche enterrée, est comprise entre $12,0 \mu\text{m}$ et $16,0 \mu\text{m}$.

15

19. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite fibre optique à gestion de dispersion est obtenue, par tirage, à partir de la modification des propriétés d'une seule et même préforme.

20

20. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la différence relative de rayon extérieur, entre les portions de fibre optique à dispersion chromatique positive et les portions de fibre optique à dispersion chromatique négative, est choisie inférieure à 11%.

25

30

21. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la fibre optique présente, à une longueur d'onde de 1550nm, une atténuation inférieure ou égale à 0,35dB/km.

5

22. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la fibre optique présente, à une longueur d'onde de 1550nm, une dispersion modale de polarisation inférieure ou égale à $0,2\text{ps/km}^{1/2}$, et de préférence inférieure ou égale à $0,1\text{ps/km}^{1/2}$, voire inférieure ou égale à $0,05\text{ps/km}^{1/2}$.

10

23. Fibre optique à gestion de dispersion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la fibre optique présente, à une longueur d'onde de 1625nm, des pertes par courbure mesurées pour un rayon de 10mm inférieures à 400dB/m pour l'une des quelconques portions constituant ladite fibre optique.

15

Figure 2

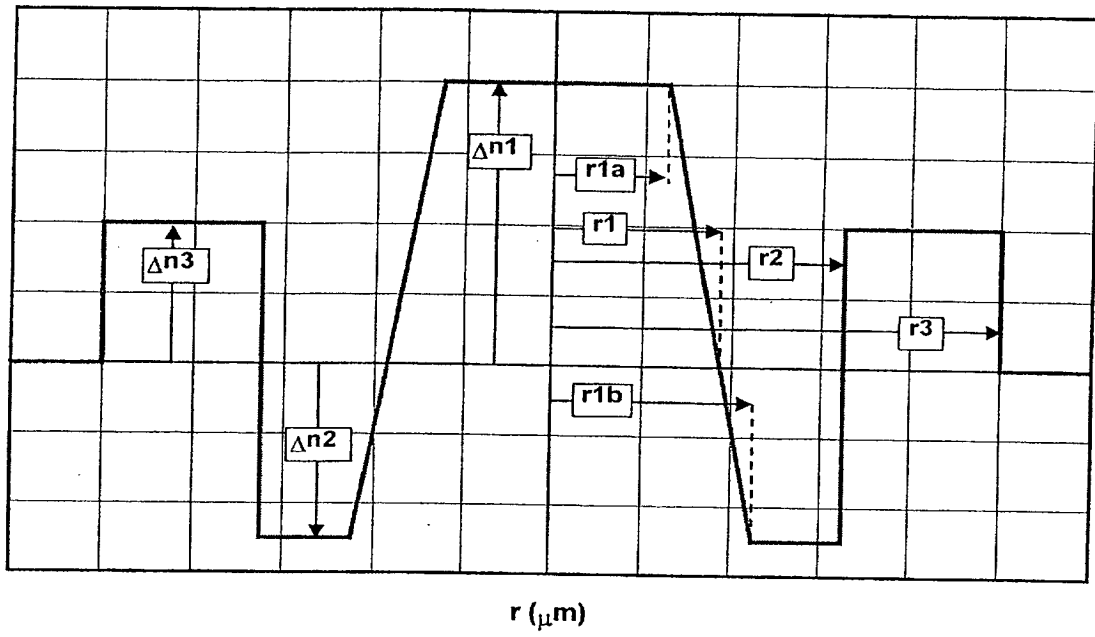
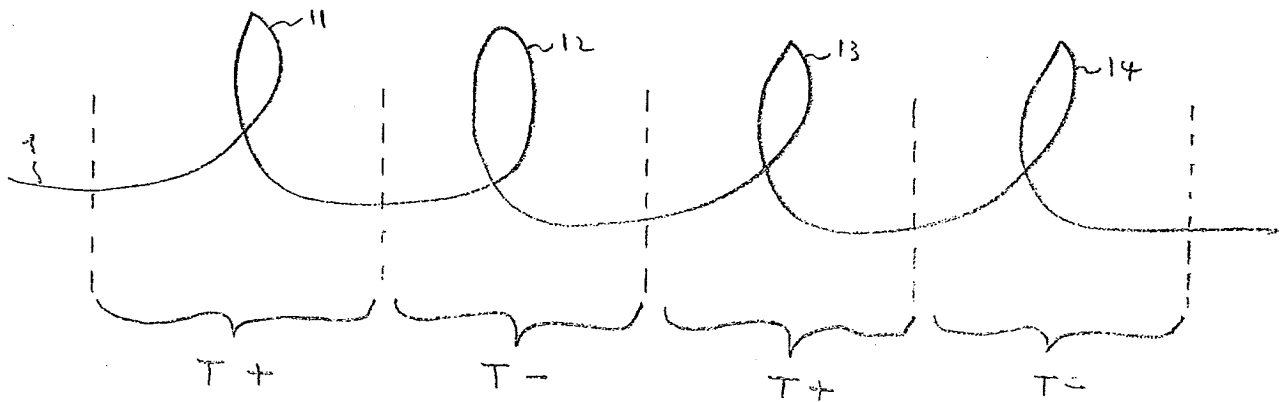


Figure 1



2/15

Figure 3

	$r_{1a} (\mu\text{m})$	$r_1 (\mu\text{m})$	$r_{1b} (\mu\text{m})$	$r_2 (\mu\text{m})$	$r_3 (\mu\text{m})$	$10^3 \Delta n_1$	$10^3 \Delta n_2$	$10^3 \Delta n_3$
1i	2.81	2.81	2.81	5.27	7.03	9.50	-5.00	2.50
2i	3.19	3.19	3.19	5.74	7.98	9.00	-6.50	6.00
3i	2.85	2.85	2.85	5.56	7.12	9.00	-4.50	3.00
4i	3.19	3.19	3.19	5.32	8.86	8.50	-7.50	2.50
5i	3.05	3.05	3.05	5.09	8.49	9.50	-6.00	3.00
6i	2.94	2.94	2.94	6.33	9.17	9.00	-4.00	3.50
7i	2.96	2.96	2.96	5.56	7.41	10.00	-6.00	6.00
8i	3.09	3.09	3.09	5.10	7.73	10.00	-8.00	4.50
9i	2.96	2.96	2.96	5.67	8.22	9.50	-5.50	3.50
10i	3.12	3.12	3.12	5.62	7.80	9.50	-7.50	5.50

Figure 4

	Var Ray (%)	λ_{ch} nm	$2W_{02}$ μm	S_{eff} μm^2	λ_0 nm	C ps/nm-km	C' ps/nm ² -km	PC ₁₆₂₅ dB 100 tours $\phi=60$ mm	$S_{\mu\text{c}}$
1a	0.91%	1146	6.74	35.4	1478	1.0	0.0100	$< 3 \cdot 10^{-4}$	0.37
1b	-0.91%	1018	6.76	35.5	1764	-1.0	0.0071	$< 2 \cdot 10^{-3}$	0.48
2a	0.85%	1808	7.11	41.3	1434	1.0	0.0040	$< 3 \cdot 10^{-7}$	0.23
2b	-0.85%	1778	7.14	41.7	1662	-1.0	0.0037	$< 2 \cdot 10^{-6}$	0.29
3a	2.78%	1051	6.92	37.4	1416	3.0	0.0139	$< 5 \cdot 10^{-4}$	0.43
3b	-2.78%	996	7.00	38.0	1815	-3.0	0.0060	$< 9 \cdot 10^{-2}$	1.00
4a	3.73%	1727	7.00	39.5	1336	5.0	0.0015	$< 6 \cdot 10^{-5}$	0.35
4b	-3.73%	1604	7.10	40.7	1835	-5.0	-0.0142	$< 8 \cdot 10^{-2}$	1.04
5a	4.75%	1801	6.96	38.7	1364	5.0	0.0148	$< 2 \cdot 10^{-10}$	0.11
5b	-4.75%	1639	7.10	40.0	1726	-5.0	0.0133	$< 10^{-7}$	0.33
6a	3.90%	1849	6.98	38.4	1357	5.0	0.0064	$< 4 \cdot 10^{-6}$	0.25
6b	-3.90%	1711	7.09	39.6	1828	-5.0	-0.0118	$< 9 \cdot 10^{-3}$	0.74
7a	4.31%	1774	6.69	35.8	1352	5.0	0.0096	$< 6 \cdot 10^{-11}$	0.09
7b	-4.31%	1628	6.77	36.6	1787	-5.0	0.0020	$< 3 \cdot 10^{-6}$	0.26
8a	6.90%	1851	6.71	36.6	1314	8.0	0.0137	$< 9 \cdot 10^{-14}$	0.06
8b	-6.90%	1614	6.84	37.8	1785	-8.0	0.0061	$< 5 \cdot 10^{-6}$	0.29
9a	6.60%	1773	6.74	36.3	1321	8.0	0.0140	$< 3 \cdot 10^{-9}$	0.13
9b	-6.60%	1561	6.87	37.4	1853	-8.0	-0.0100	$< 9 \cdot 10^{-3}$	0.70
10a	6.80 %	1866	6.73	37.1	1298	9.5	0.0116	$< 7 \cdot 10^{-11}$	0.27
10b	-6.80%	1615	6.87	38.6	1833	-9.5	-0.0108	$< 3 \cdot 10^{-3}$	0.60

3/15

Figure 5

	r_{1a} (μm)	r_1 (μm)	r_{1b} (μm)	r_2 (μm)	r_3 (μm)	$10^3\Delta n_1$	$10^3\Delta n_2$	$10^3\Delta n_3$
11i	2.98	3.11	3.21	5.08	7.53	9.45	-8.85	3.70
12i	2.54	3.02	3.28	6.05	7.90	9.95	-5.30	5.65
13i	2.80	3.09	3.22	5.85	8.36	9.20	-4.20	4.35
14i	2.79	3.07	3.29	5.39	7.38	9.15	-7.35	4.20
15i	2.43	3.08	3.35	5.69	8.82	10.00	-4.25	3.35

Figure 6

	Var Ray (%)	λ_{cth} nm	$2W_{02}$ μm	S_{eff} μm^2	λ_0 nm	C ps/nm-km	C' ps/nm ² -km	PC ₁₆₂₅ DB 100 tours $\phi=60$ mm	$S_{\mu\text{c}}$
11a	6.47%	1.682	6.66	36.1	1310	8.0	0.0103	$<2 \cdot 10^{-9}$	0.12
11b	-6.47%	1486	6.77	37.0	1866	-8.0	-0.0113	$<7 \cdot 10^{-3}$	0.66
12a	6.49%	1836	6.62	34.9	1326	8.0	0.0131	$<2 \cdot 10^{-10}$	0.09
12b	-6.49%	1621	6.74	35.8	1867	-8.0	-0.0153	$<2 \cdot 10^{-3}$	0.51
13a	2.85%	1808	7.14	40.3	1405	3.0	0.0128	$<4 \cdot 10^{-8}$	0.18
13b	-2.85%	1708	7.24	41.5	1689	-3.0	0.0124	$<2 \cdot 10^{-5}$	0.36
14a	2.30%	1561	6.75	36.4	1371	3.0	0.0003	$<5 \cdot 10^{-5}$	0.31
14b	-2.30%	1491	6.79	36.9	1874	-3.0	-0.0096	$<6 \cdot 10^{-3}$	0.62
15a	0.88%	1806	6.86	36.7	1465	1.0	0.0070	$<2 \cdot 10^{-8}$	0.15
15b	-0.88%	1774	6.88	36.9	1697	-1.0	0.0049	$<2 \cdot 10^{-7}$	0.19

	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	C ps/nm-km 1460 nm	C ps/nm-km 1500 nm	C ps/nm-km 1625 nm	C ps/nm-km 1675 nm	PC10mm dB/m 1550 nm	PC10mm dB/m 1625 nm	PC10mm dB/m 1675 nm	PC30mm dB/m 1550 nm	PC30mm dB/m 1625 nm	PC30mm dB/m 1675 nm
	1460 nm	1500 nm	1625 nm	1675 nm										
1a	31.5	33.1	39.6	43.1	-0.4	0.4	1.5	1.7	<5	<50	<100	<1.10-5	<5.10-3	<0.01
1b	31.4	33.1	40.1	44.0	-2.1	-1.5	-0.7	-0.5	<10	<50	<150	<1.10-5	<5.10-3	<2
2a	36.3	38.3	47.2	52.2	0.4	0.7	1.4	1.9	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
2b	36.3	38.5	48.2	53.7	-1.5	-1.2	-0.5	0.3	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
3a	33.4	35.0	41.6	45.2	1.2	2.2	3.8	4.1	<5	<50	<100	<1.10-5	<5.10-3	<0.05
3b	33.1	35.1	43.6	48.5	-3.9	-3.4	-2.7	-2.4	<50	<200	<600	<5.10-4	~0.1	<2
4a	35.6	37.2	43.9	47.8	4.1	4.7	4.7	4.2	<5	<50	<100	<1.10-5	<1.10-4	<5.10-3
4b	35.0	37.2	47.8	54.2	-4.1	-4.4	-6.0	-6.1	<50	<250	<600	<5.10-4	<0.1	<2
5a	34.8	36.4	42.8	46.2	3.3	4.2	5.9	6.5	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
5b	34.3	36.6	46.4	51.9	-6.0	-5.6	-3.7	-2.2	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
6a	34.6	36.1	42.7	46.4	3.7	4.5	5.0	4.7	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
6b	34.1	36.3	46.5	52.7	-4.4	-4.5	-5.8	-5.8	<20	<150	<600	<5.10-5	<0.05	<2
7a	32.4	33.8	39.5	42.6	3.6	4.4	5.5	5.7	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
7b	31.7	33.6	42.2	47.0	-5.2	-5.1	-4.7	-4.0	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
8a	33.5	34.8	39.9	42.6	6.2	7.2	8.7	9.0	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
8b	32.3	34.5	44.3	49.9	-8.3	-8.2	-7.1	-5.7	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
9a	33.2	34.5	39.6	42.3	6.1	7.1	8.6	8.7	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
9b	32.0	34.1	44.0	49.8	-7.3	-7.5	-8.5	-8.3	<15	<150	<600	<5.10-5	<0.05	<2
10a	34.0	35.2	40.1	42.8	7.7	8.7	9.9	9.9	<5	<50	<50	<1.10-5	<1.10-4	<1.10-3
10b	32.5	34.8	45.7	52.3	-8.3	-8.8	-9.9	-9.2	<15	<100	<600	<1.10-5	<5.10-3	<2

Figure 7

	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	C ps/nm-km 1460 nm	C ps/nm-km 1500 nm	C ps/nm-km 1625 nm	C ps/nm-km 1675 nm	PC10mm dB/m 1550 nm	PC10mm dB/m 1625 nm	PC10mm dB/m 1675 nm	PC30mm dB/m 1550 nm	PC30mm dB/m 1625 nm	PC30mm dB/m 1675 nm
	1460 nm	1500 nm	1625 nm	1675 nm										
11a	33.1	34.3	39.4	42.1	6.4	7.3	8.4	8.3	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
11b	31.8	33.9	43.4	49.1	-7.1	-7.4	-8.6	-8.5	<15	<100	<600	<0.00005	<0.05	<2.0
12a	32.0	33.2	38.1	40.7	6.1	7.1	8.6	8.5	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
12b	30.7	32.8	42.1	47.7	-7.0	-7.3	-8.9	-9.0	<10	<100	<200	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<2.0
13a	35.8	37.7	45.3	49.5	1.5	2.3	3.9	4.6	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
13b	35.7	38.0	48.1	53.8	-4.1	-3.6	-1.8	-0.4	<5	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
14a	32.7	34.2	40.6	44.3	2.3	2.8	2.7	2.3	<5	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<5.10 ⁻³
14b	32.3	34.1	42.4	47.2	-2.7	-2.7	-3.8	-4.3	<15	<100	<600	<0.00005	<0.05	<2.0
15a	32.5	34.2	41.3	45.2	-0.1	0.5	1.4	1.7	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
15b	32.4	34.2	41.9	46.2	-1.8	-1.3	-0.7	-0.3	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³

Figure 8

	S_{eff}	S_{eff}	S_{eff}	S_{eff}	ΔS_{eff}	C	C	C	C	C	ΔC
	μm^2	μm^2	μm^2	μm^2	μm^2	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km
	1460 nm	1500 nm	1625 nm	1675 nm	Entre 1460 nm et 1625 nm	1460 nm	1500 nm	1550 nm	1625 nm	1675 nm	Entre 1460 nm et 1625 nm
1 m	31.5	33.1	39.9	43.6	8.4	-1.25	-0.56	0.0	0.42	0.58	1.7
2m	36.3	38.4	47.7	53.0	11.4	-0.55	-0.23	0.0	0.43	1.11	1.0
3m	33.2	35.0	42.6	46.9	9.4	-1.34	-0.62	0.0	0.55	0.85	1.9
4m	35.3	37.2	45.9	51.0	10.6	0.03	0.18	0.0	-0.64	-0.95	-0.7
5m	34.6	36.5	44.6	49.1	10.0	-1.38	-0.71	0.0	1.12	2.13	2.5
6m	34.3	36.2	44.6	49.6	10.3	-0.38	-0.04	0.0	-0.38	-0.56	0.0
7m	32.0	33.7	40.8	44.8	8.8	-0.81	-0.35	0.0	0.40	0.83	1.2
8m	32.9	34.6	42.1	46.3	9.2	-1.02	-0.51	0.0	0.83	1.65	1.9
9m	32.6	34.3	41.8	46.1	9.2	-0.62	-0.22	0.0	0.07	0.22	0.7
10m	33.2	35.0	42.9	47.5	9.7	-0.31	-0.07	0.0	0.04	0.32	0.3
11m	32.4	34.1	41.4	45.6	9.0	-0.36	-0.08	0.0	-0.12	-0.08	0.2
12m	31.3	33.0	40.1	44.2	8.7	-0.48	-0.11	0.0	-0.17	-0.22	0.3
13m	35.8	37.8	46.7	51.7	11.0	-1.32	-0.66	0.0	1.06	2.07	2.4
14m	32.5	34.2	41.5	45.7	9.0	-0.18	0.06	0.0	-0.58	-1.02	-0.4
15m	32.5	34.2	41.6	45.7	9.1	-0.96	-0.41	0.0	0.35	0.69	1.3

Figure 9

Figure 10

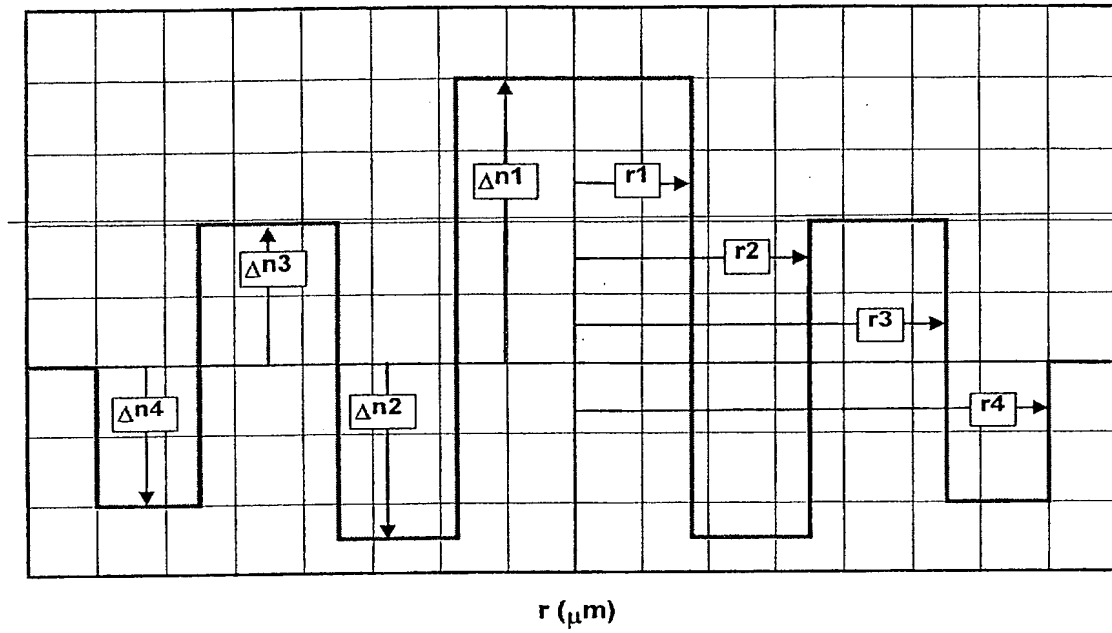


Figure 11

	$r_1 \text{ (}\mu\text{m)}$	$r_2 \text{ (}\mu\text{m)}$	$r_3 \text{ (}\mu\text{m)}$	$r_4 \text{ (}\mu\text{m)}$	$10^3 \Delta n_1$	$10^3 \Delta n_2$	$10^3 \Delta n_3$	$10^3 \Delta n_4$
16i	2.74	6.93	11.70	14.44	9.50	-2.50	3.00	-4.50
17i	3.06	4.90	11.04	12.24	9.80	-6.80	2.21	-3.59
18i	3.21	5.70	9.13	13.44	8.86	-7.70	5.00	-3.00
19i	2.90	6.21	11.17	13.79	9.50	-3.50	3.00	-3.50
20i	3.29	5.74	10.40	11.95	8.00	-6.50	3.00	-3.50
21i	3.00	5.57	11.14	14.29	9.50	-4.00	3.00	-5.00
22i	2.67	6.32	12.22	14.05	9.50	-3.00	1.50	-5.00
23i	2.78	6.36	11.13	13.25	9.50	-4.00	2.50	-4.50
24i	3.29	5.74	10.40	11.96	8.00	-6.50	3.00	-3.50
25i	3.07	5.87	10.67	13.34	9.30	-5.80	3.80	-7.60

8/15

Figure 12

		Var Ray (%)	λ_{dth} nm	$2W_{02}$ μm	S_{eff} μm^2	λ_0 nm	C ps/nm-km	C' ps/nm ² .km	PC ₁₆₂₅ dB 100 tours $\phi=60$ mm	$S_{\mu\text{c}}$
16a		2.60%	1695	6.97	37.5	1411	3.0	0.0094	$<2.10^{-10}$	0.23
16b		-2.60%	1610	7.04	38.3	1748	-3.0	0.0011	$<10^{-7}$	0.45
17a		6.03%	1848	6.81	37.1	1330	7.0	0.130	$<8.10^{-17}$	0.08
17b		-6.03%	1640	6.94	38.3	1780	-7.0	0.0026	$<3.10^{-7}$	0.3
18a		4.26%	1659	6.96	40.0	1328	5.0	0.0048	$<2.10^{-11}$	0.21
18b		-4.26%	1525	7.09	42.2	1700	-5.0	0.0117	$<4.10^{-5}$	0.64
19a		5.06%	1790	6.94	37.8	1351	6.0	0.0005	$<2.10^{-13}$	0.13
19b		-5.06%	1619	7.07	39.4	1763	-6.0	-0.0001	$<6.10^{-6}$	0.45
20a		2.35%	1698	7.31	43.4	1359	3.0	-0.0006	$<7.10^{-7}$	0.55
20b		-2.35%	1621	7.41	44.9	1731	-3.0	-0.0034	$<2.10^{-3}$	1.09
21a		0.97%	1707	7.13	40.1	1476	1.0	0.0124	$<3.10^{-13}$	0.16
21b		-0.97%	1675	7.16	40.5	1612	-1.0	0.0134	$<7.10^{-10}$	0.19
22a		2.73%	1295	6.81	35.7	1422	3.0	0.0135	$<3.10^{-8}$	0.34
22b		-2.73%	1228	6.88	36.2	1793	-3.0	0.0036	$<9.10^{-4}$	0.77
23a		4.84%	1531	6.70	35.1	1352	6.0	0.0114	$<3.10^{-10}$	0.21
23b		-4.84%	1391	6.79	35.9	1852	-6.0	-0.0124	$<3.10^{-3}$	0.9
24a		3.13%	1712	7.31	43.4	1345	4.0	0.0008	$<3.10^{-7}$	0.49
24b		-3.13%	1609	7.43	45.3	1738	-4.0	-0.0025	$<4.10^{-3}$	1.22
25a		6.46%	1731	6.9	38.1	1311	8.0	0.0090	$<2.10^{-14}$	0.12
25b		-6.46%	1523	7.0	40.4	1728	-8.0	0.0118	$<3.10^{-5}$	0.62

	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	S_{eff} μm^2	C ps/nm-km 1460 nm	C ps/nm-km 1500 nm	C ps/nm-km 1625 nm	C ps/nm-km 1675 nm	PC10mm dB/m 1550 nm	PC10mm dB/m 1625 nm	PC10mm dB/m 1675 nm	PC30mm dB/m 1550 nm	PC30mm dB/m 1625 nm	PC30mm dB/m 1675 nm
16a	33.5	35.1	42.0	45.9	1.5	2.3	3.4	3.6	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
16b	33.2	35.3	44.3	49.5	-3.5	-3.2	-2.8	-2.2	<5	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<0.01
17a	33.3	34.7	39.9	42.8	5.2	6.2	7.7	7.9	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
17b	32.2	34.3	43.7	49.0	-7.1	-7.1	-6.4	-5.3	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
18a	35.9	37.5	44.8	48.9	4.2	4.7	5.3	5.7	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
18b	35.7	38.3	49.9	56.4	-5.5	-5.4	-3.4	-1.4	<10	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<0.05
19a	34.2	35.7	41.8	45.1	4.3	5.2	6.5	6.6	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
19b	33.6	35.9	46.2	52.2	-6.0	-6.0	-5.5	-4.3	<5	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<5.10 ⁻³
20a	38.5	40.5	49.4	54.7	2.5	2.9	2.9	2.9	<10	<50	<150	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<0.05
20b	38.4	40.9	53.0	60.2	-2.8	-2.8	-2.9	-2.0	<50	<200	<600	<5.10 ⁻⁴	<0.05	<2.0
21a	35.4	37.3	45.5	50.0	-0.3	0.3	2.1	3.2	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
21b	35.3	37.4	46.4	51.3	-2.2	-1.6	0.3	1.8	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
22a	32.0	33.5	39.7	43.1	1.2	2.1	3.7	3.9	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<5.10 ⁻³
22b	31.6	33.5	41.5	46.1	-3.8	-3.3	-2.8	-2.6	<15	<100	<200	<1.10 ⁻⁴	<0.05	<2.0
23a	31.9	33.2	38.6	41.6	4.3	5.2	6.3	6.1	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
23b	31.0	33.0	41.8	47.1	-5.3	-5.5	-6.9	-7.0	<20	<150	<600	<5.10 ⁻⁴	<0.1	<2.0
24a	38.6	40.5	49.0	54.0	3.3	3.8	3.9	3.9	<10	<50	<150	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<0.01
24b	38.4	41.1	53.7	61.4	-3.7	-3.8	-3.7	-2.6	<50	<250	<600	<5.10 ⁻⁴	<0.1	<2.0
25a	34.7	36.0	41.7	44.9	6.5	7.4	8.3	8.4	<5	<50	<50	<1.10 ⁻⁵	<1.10 ⁻⁴	<1.10 ⁻³
25b	33.9	36.5	48.2	54.9	-8.3	-8.3	-6.1	-3.6	<5	<50	<100	<1.10 ⁻⁵	<5.10 ⁻³	<0.05

Figure 13

10/15

	S_{eff}	S_{eff}	S_{eff}	S_{eff}	ΔS_{eff}	C	C	C	C	ΔC
	μm^2	μm^2	μm^2	μm^2	μm^2	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km	ps/nm-km
	1460 nm	1500 nm	1625 nm	1675 nm	Entre 1460 nm et 1625 nm	1460 nm	1500 nm	1625 nm	1675 nm	Entre 1460 nm et 1625 nm
16m	33.4	35.2	43.2	47.7	9.8	-1.02	-0.41	0.30	0.67	1.3
17m	32.8	34.5	41.8	45.9	9.0	-0.98	-0.46	0.65	1.33	1.6
18m	35.8	37.9	47.3	52.7	11.6	-0.66	-0.35	0.94	2.13	1.6
19m	33.9	35.8	44.0	48.7	10.1	-0.87	-0.37	0.50	1.15	1.4
20m	38.4	40.7	51.2	57.5	12.8	-0.12	0.04	0.00	0.47	0.1
21m	35.3	37.3	45.9	50.7	10.6	-1.25	-0.65	1.20	2.48	2.5
22m	31.8	33.5	40.6	44.6	8.8	-1.33	-0.58	0.43	0.66	1.8
23m	31.5	33.1	40.2	44.4	8.8	-0.53	-0.12	-0.28	-0.45	0.2
24m	38.5	40.8	51.4	57.7	12.9	-0.19	-0.01	0.11	0.65	0.3
25m	34.3	36.3	45.0	49.9	10.7	-0.87	-0.47	1.11	2.39	2.0

Figure 14

11/15

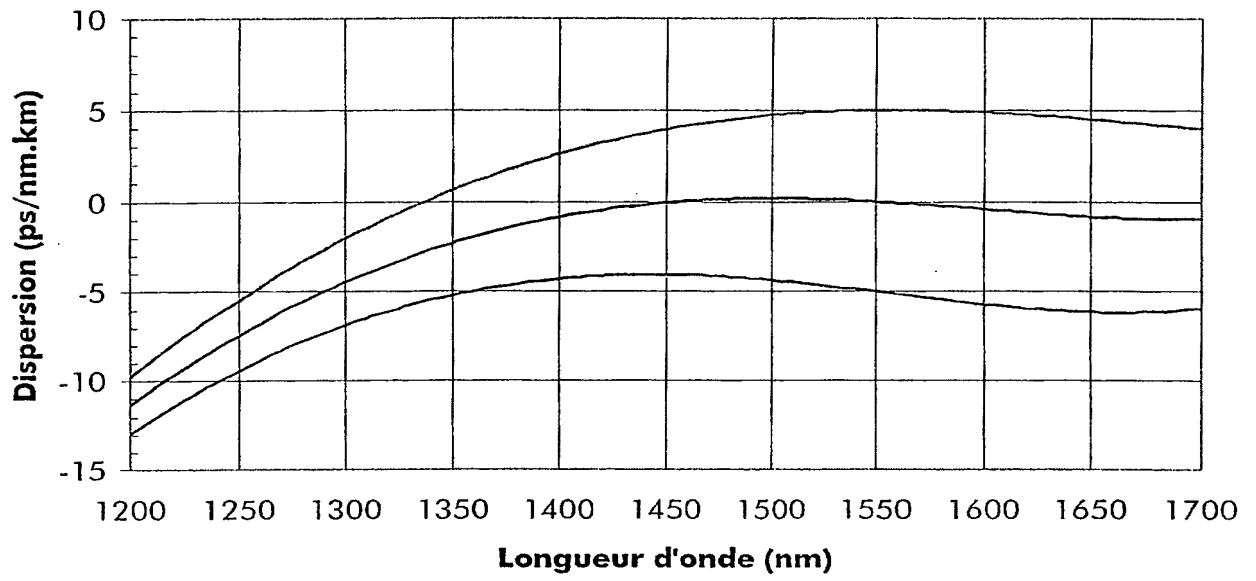


Figure 15

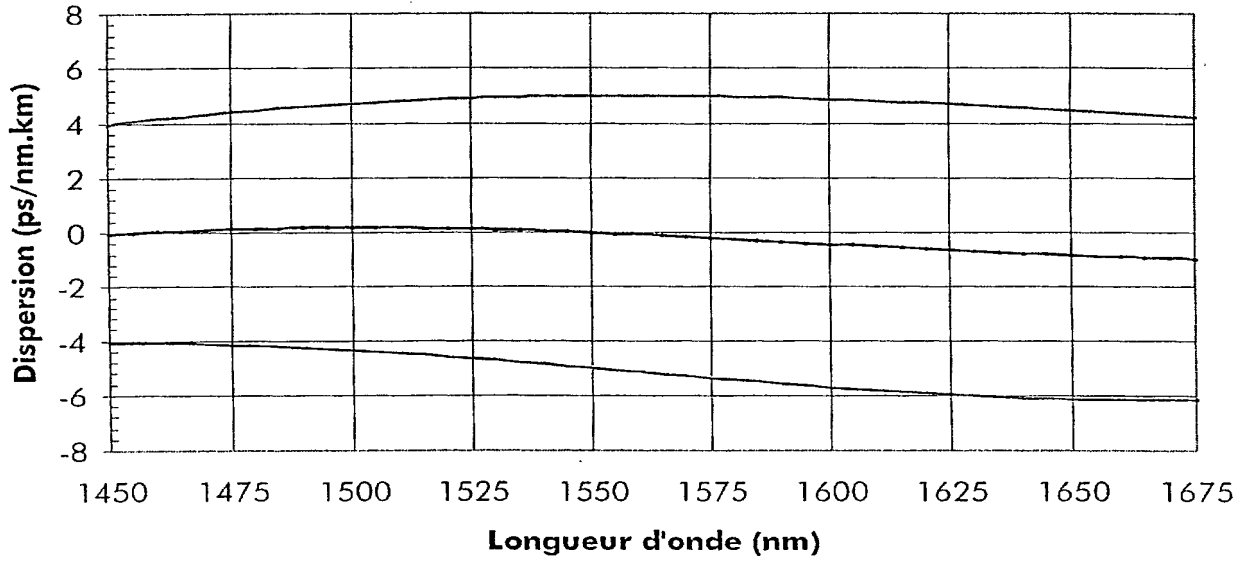


Figure 16

12/15

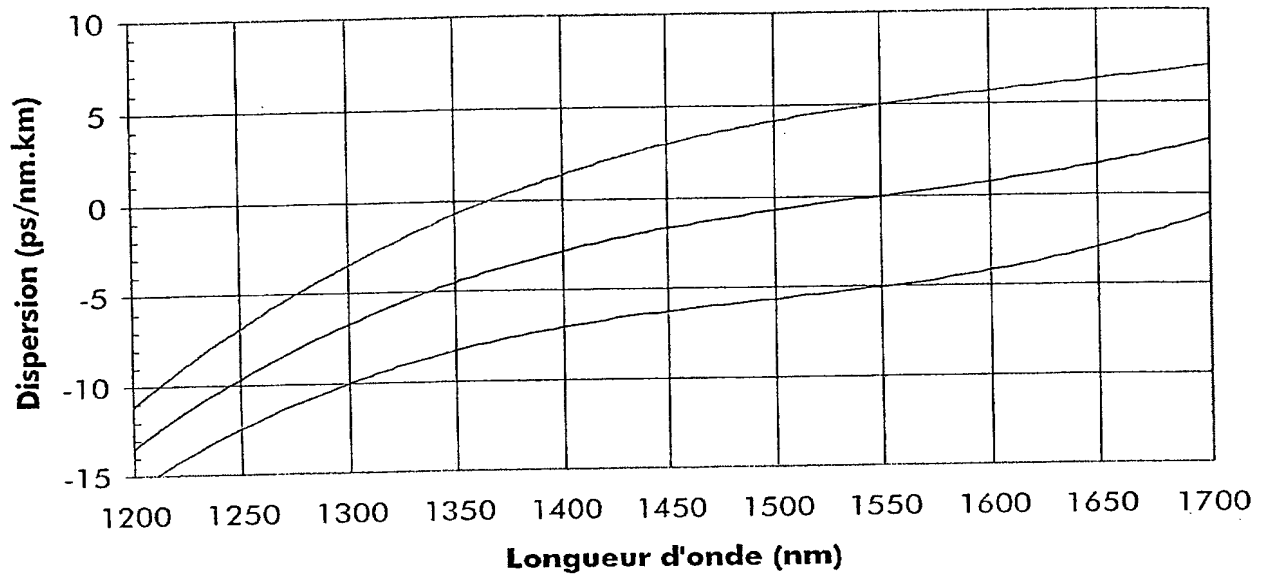


Figure 17

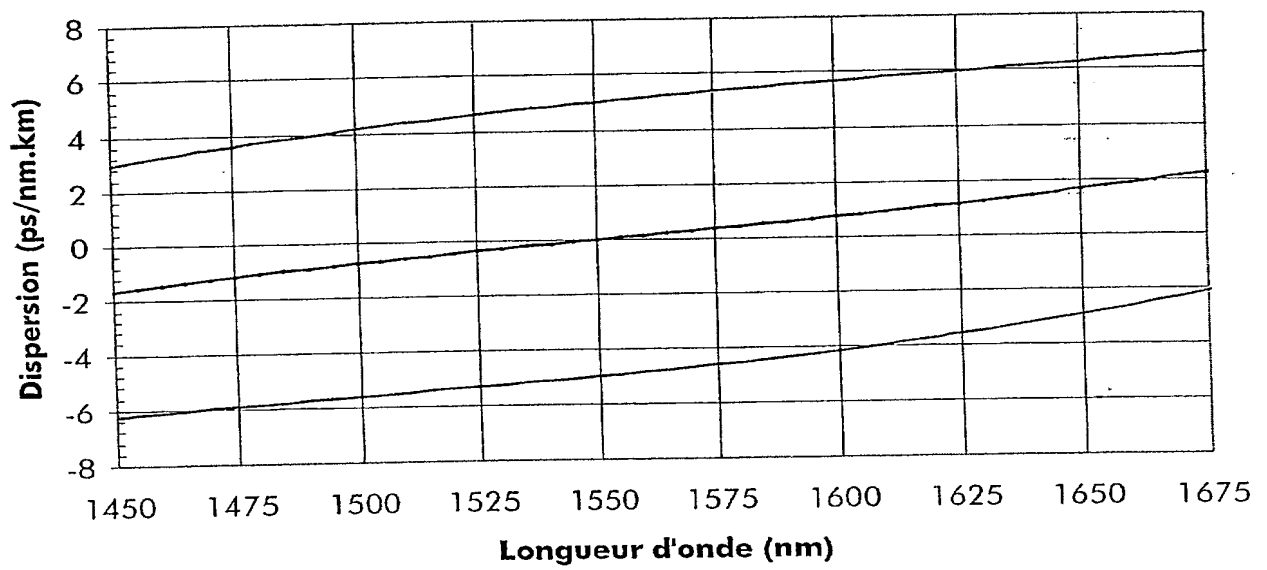


Figure 18

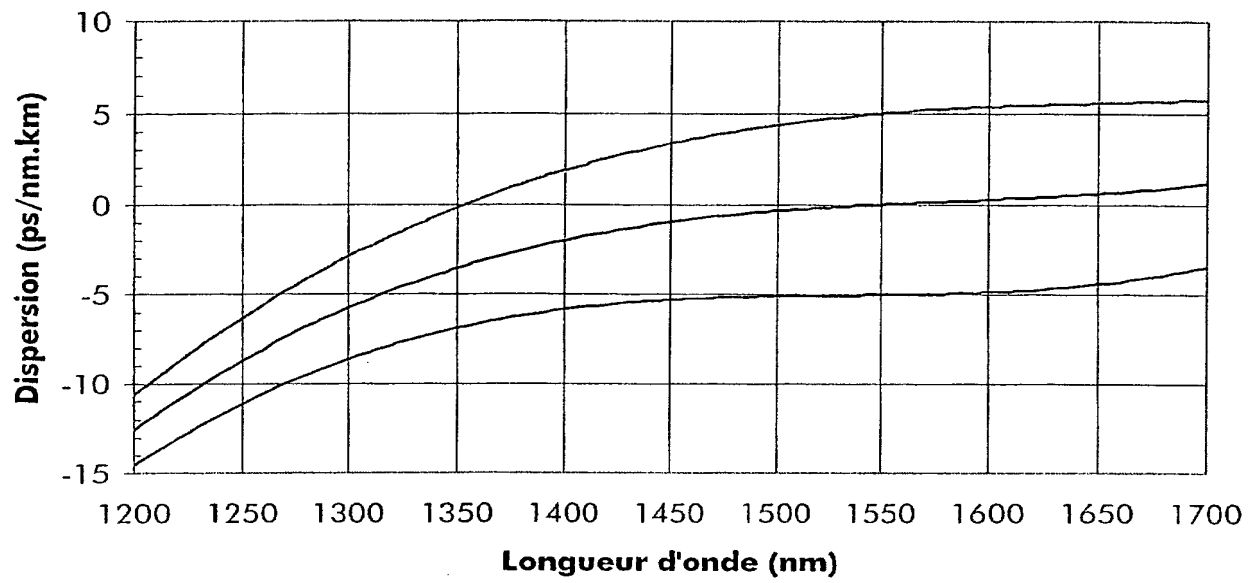


Figure 19

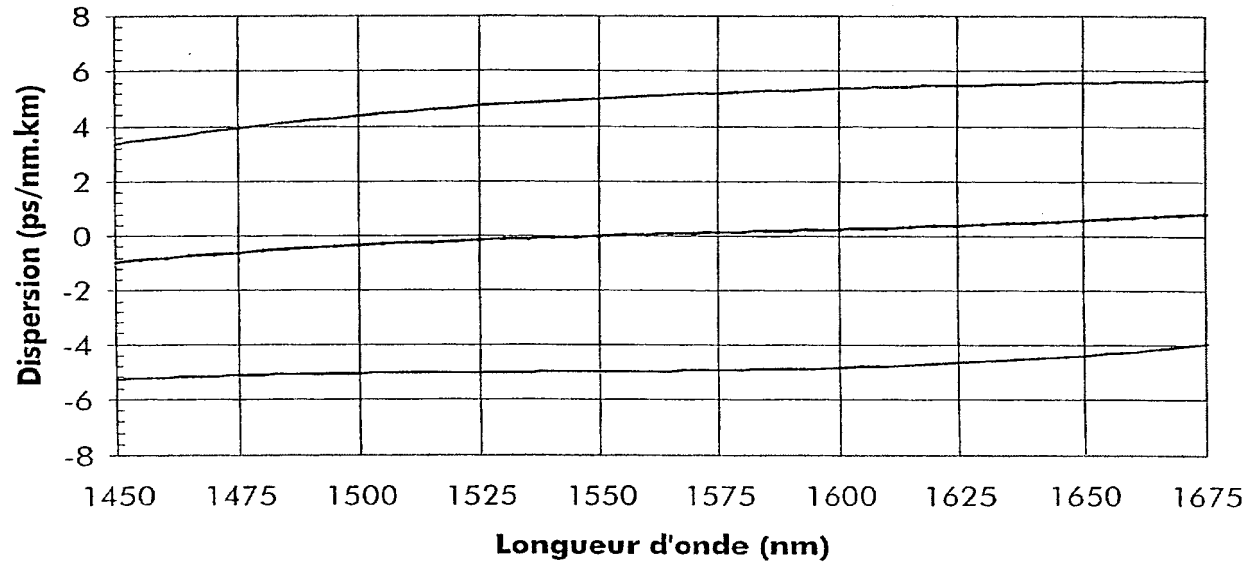


Figure 20

14/15

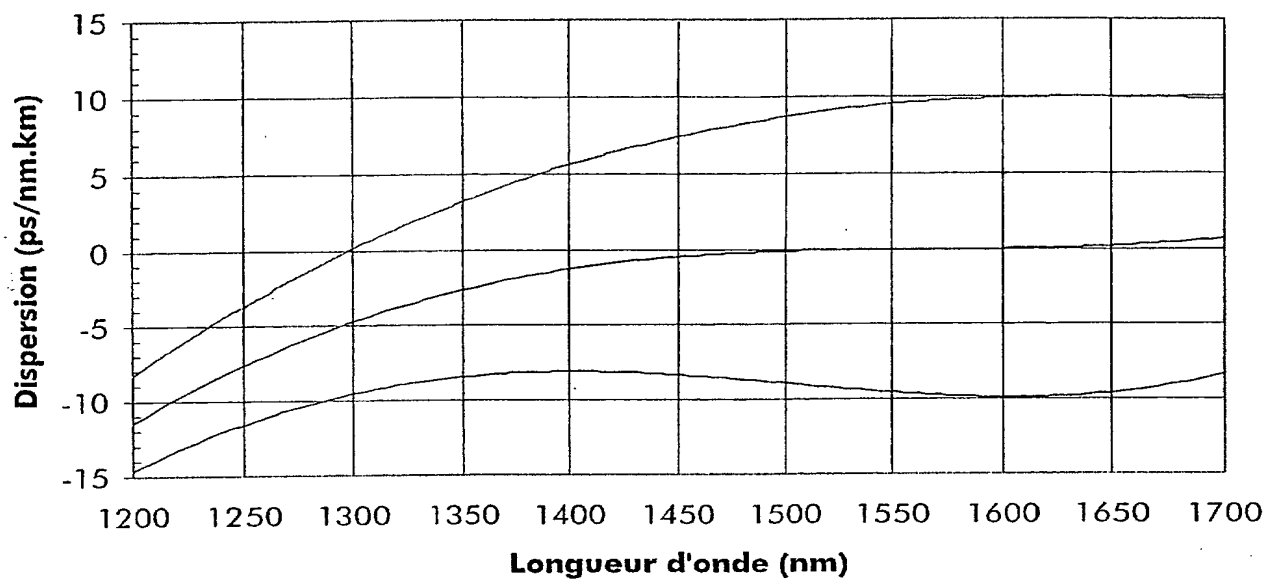


Figure 21

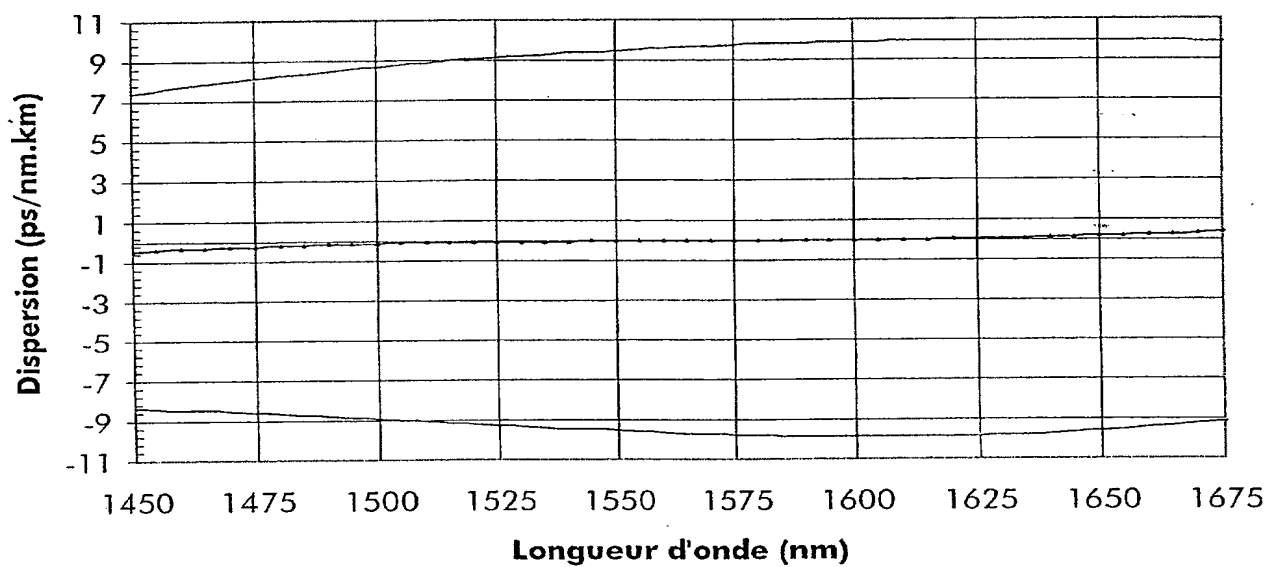


Figure 22

15/15

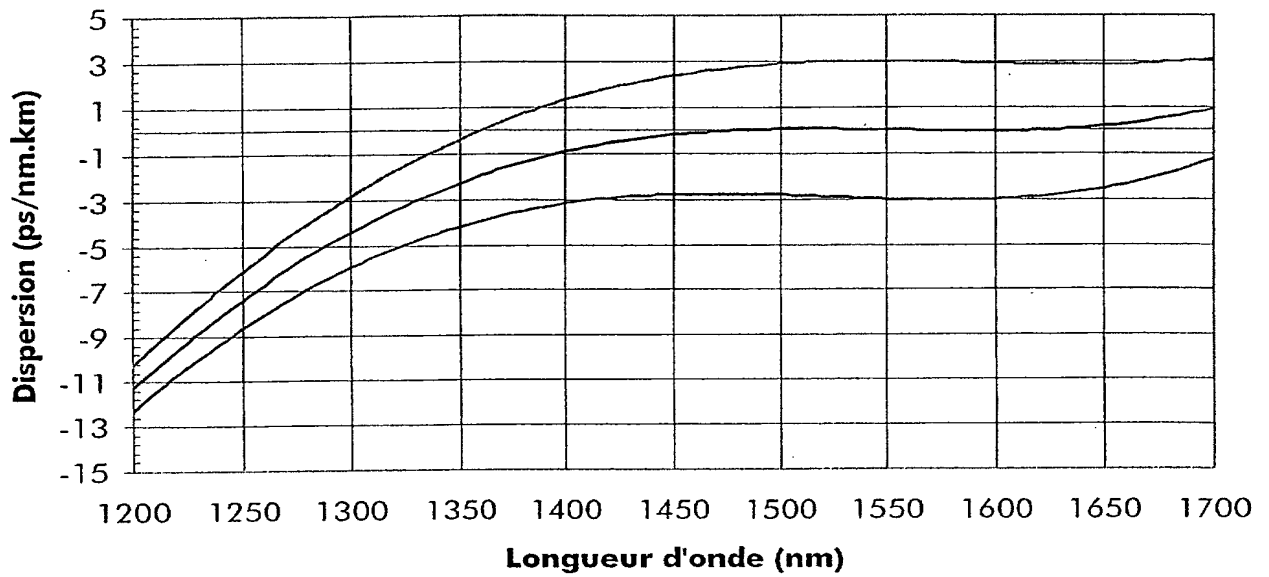


Figure 23

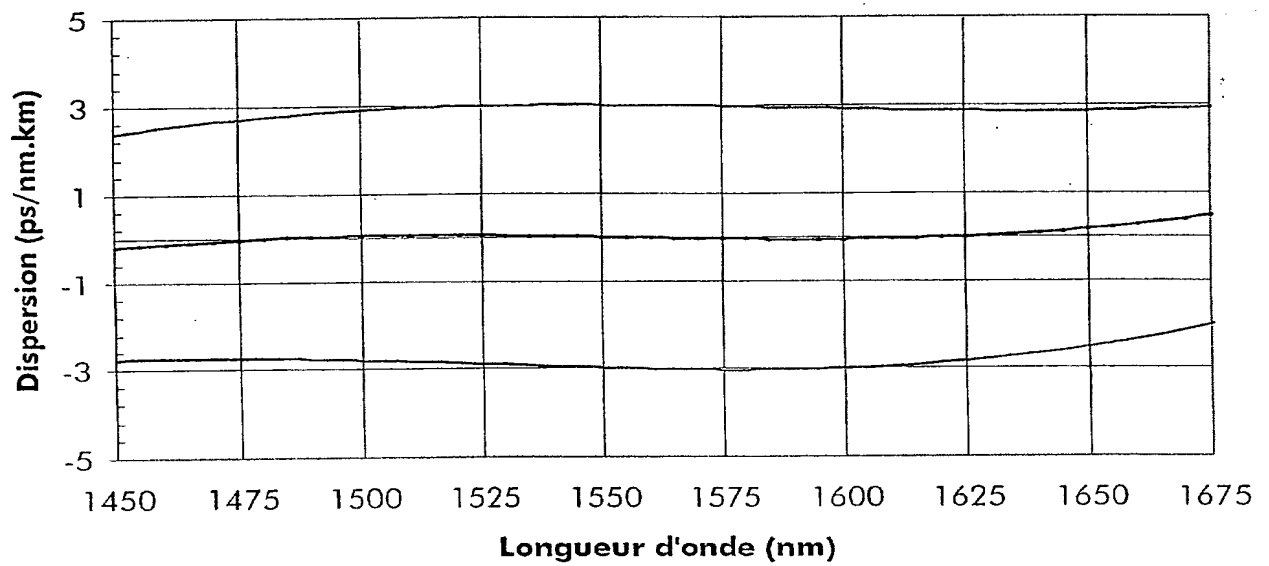


Figure 24



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./3..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W 1263297

Vos références pour ce dossier (facultatif)		104269/RV/OOFD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		020 5136 28	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) FIBRE OPTIQUE A GESTION DE DISPERSION			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		SILLARD	
Prénoms		Pierre	
Adresse	Rue	2 SQUARE RAPHAËL RÉSIDENCE ORSAY	
	Code postal et ville	78150 LE CHESNAY, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		PROVOST	
Prénoms		Lionel	
Adresse	Rue	5TER RUE DE LA CHAUSSÉE	
	Code postal et ville	91460 MARCOUSSIS, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BEAUMONT	
Prénoms		Florent	
Adresse	Rue	18, AVENUE ALFRED BERNARD	
	Code postal et ville	78700 CONFLANS STE HONORINE, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU MANDATAIRE DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		17 juillet 2002 Régis VIGAND 	


DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2./3..
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

GB 113 W / 260297

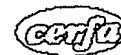
Vos références pour ce dossier (facultatif)		104269/RV/OOFD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0205136 28	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) FIBRE OPTIQUE A GESTION DE DISPERSION			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		FLEURY	
Prénoms		Ludovic	
Adresse	Rue	RÉSIDENCE «LA FORÊT» 17, RUE JEAN RACINE	
	Code postal et ville	78390 BOIS D'ARCY, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GORLIER	
Prénoms		Maxime	
Adresse	Rue	18, RUE FOURCROY	
	Code postal et ville	75017 PARIS, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		MOLIN	
Prénoms		Denis	
Adresse	Rue	53 RUE JEAN BROUTIN BP 147	
	Code postal et ville	78703 CONFLANS CEDEX, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) XX DES INVENTEURS XX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		17 juillet 2002 Régis VIGAND 	



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235 02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75600 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .3./3.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W 026357

Vos références pour ce dossier (facultatif)		104269/RV/OOFD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		020 9136 28	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) FIBRE OPTIQUE A GESTION DE DISPERSION			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		DE MONTMORILLON	
Prénoms		Louis-Anne	
Adresse	Rue	53, RUE JEAN BROUTIN BP 147	
	Code postal et ville	78703 CONFLANS CEDEX, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		NOUCHI	
Prénoms		Pascale	
Adresse	Rue	2, AVENUE BOSSUET	
	Code postal et ville	78600 MAISONS-LAFITTE, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (N m t qualité du signataire)		17 juillet 2002 Régis VIGAND 	

